

# ВЛИЯНИЕ ВОЗБУЖДЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ НА СИЛЫ ЛИНИЙ АБСОРБЦИОННЫХ ПЕРЕХОДОВ ИОНА ТЕРБИЯ В ОКСИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

А. А. Корниенко<sup>1</sup>, Е. Б. Дунина<sup>1</sup>, Л. А. Фомичева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Витебский государственный технологический университет, Витебск  
E-mail: a\_a\_kornienko@mail.ru; L.Dun@mail.ru

<sup>2</sup> Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск,  
E-mail: Famichova@mail.ru

Большой интерес к материалам, активированным ионами Tb<sup>3+</sup>, вызван перспективами создания твердотельного лазера, работающего на длине волны 544 нм. Излучение этой длины волны реализуется на переходе  $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ . Время жизни метастабильного уровня  $^5D_4$  по разным литературным данным сильно изменяется в пределах от 1 мс до 5 мс. В связи с этим в данной работе выполнено описание сил линий абсорбционных переходов с учетом межконфигурационного взаимодействия.

Силы линий абсорбционных переходов вычислялись в приближении аномально сильного конфигурационного взаимодействия (ASCI) по формуле [1, 2]

$$S_{JJ'}^{ed} = \frac{e^2}{4} \sum_{k=2,4,6} \left\langle \gamma J \left\| U^k \right\| \gamma' J' \right\rangle^2 \times \\ \times \left| O_{dk} \left( \frac{\Delta_d}{\Delta_d - E_J} + \frac{\Delta_d}{\Delta_d - E_{J'}} \right) + O_{ck} \left( \frac{\Delta_c}{\Delta_c - E_J} + \frac{\Delta_c}{\Delta_c - E_{J'}} \right) \right|^2. \quad (1)$$

Здесь  $\left\langle \gamma J \left\| U^k \right\| \gamma' J' \right\rangle^2$  – приведенные матричные элементы единичного тензора  $U^k$ , параметры  $O_{dk}$  и энергия  $\Delta_d$  соответствуют возбужденной конфигурации противоположной четности  $4f^{N-1}5d$ , а параметры  $O_{ck}$ ,  $\Delta_c$  обусловлены эффектами ковалентности или возбужденными конфигурациями с переносом заряда.

Вычисленные по формуле (1) силы линий сравнивались с экспериментальными значениями и силами линий вычисленными в приближении слабого конфигурационного взаимодействия или по теории Джадда – Офельта (J-O) [3,4]

$$S_{JJ'}^{ED} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \Omega_k \left\langle \gamma J \left\| U^k \right\| \gamma' J' \right\rangle^2, \quad (2)$$

где  $\Omega_k$  – параметры интенсивности. Результаты описания силы линий абсорбционных переходов иона  $Tb^{3+}$  в кристалле  $TbAlO_3$  представлены в таблице.

Таблица

Переход ${}^5F_6 \rightarrow {}^{2S+1}L_J$	Энергии переходов в $cm^{-1}$	Эксперимент [5]	J-O, (2)	ASCI, (1)
		$S_{\text{эксп}} \times 10^{20}$	$S_{\text{выч}} \times 10^{20}$	$S_{\text{выч}} \times 10^{20}$
${}^5D_4$	20618	0.011	0.047	0.026
${}^5D_3 + {}^5G_6$	26385	0.195	0.141	0.194
${}^5L_{10}$	27247	0.186	0.131	0.176
${}^5G_5$	27777	0.039	0.084	0.066
${}^5G_2$	27855	0.034	0.002	0.031
${}^5G_4$	28328	0.158	0.027	0.159
${}^5L_9$	28653	0.035	0.133	0.044
$\sigma_{EXP}$			0.086	0.024

Из таблицы следует, что целый ряд мультиплетов иона  $Tb^{3+}$  аномально сильно взаимодействуют с возбужденными конфигурациями и только применение соответствующего приближения позволяет уменьшить среднеквадратичное отклонение от 0.086 в методе Джадда – Офельта до 0.024 в приближении аномально сильного конфигурационного взаимодействия. Среднеквадратичное отклонение уменьшилось на 72 %. Такое существенное уменьшение достигнуто, прежде всего, более точным описанием переходов  ${}^5F_6 \rightarrow {}^5D_4$ ,  ${}^5F_6 \rightarrow {}^5G_4$ ,  ${}^5F_6 \rightarrow {}^5L_9$  в приближении аномально сильного конфигурационного взаимодействия.

1. Dunina E. B., Kornienko A. A., Fomicheva L. A. // Cent. Eur. J. Phys. 2008. Vol. 6, No. 3. P.407–414.
2. Dunina E. B., Kornienko A. A. // Optics & Spectr. 2014. Vol. 116, No. 5. P.706–711.
3. Judd B. R. // Phys. Rev. 1962. Vol. 127, No. 3. P. 750–761.
4. Ofelt G. S. // J. Chem. Phys. 1962. Vol. 37, No. 3. P.511–520.
5. Sardar D. K., Nash L. K., Yow R. M. et al. // J. Appl. Phys. 2006. Vol. 100. P. 083108–083113.